

**Run-up control for membrane and/or piston vacuum pump uses short-term reversal of pump when initial maximum torque in forwards rotation direction is not overcome**

**Patent number:** DE10023523  
**Publication date:** 2001-12-13  
**Inventor:** DIRSCHERL JUERGEN FRITZ (DE); LACHENMANN RUDOLF (DE); SCHWARZ RAINER (DE)  
**Applicant:** VACUUBRAND GMBH & CO KG (DE)  
**Classification:**  
- **international:** *F04B45/047; F04B49/06; F04B45/00; F04B49/06;*  
(IPC1-7): F04B49/02; F04B43/00  
- **european:** F04B45/047; F04B49/06C  
**Application number:** DE20001023523 20000513  
**Priority number(s):** DE20001023523 20000513

[Report a data error here](#)

**Abstract of DE10023523**

Run-up control has the pump initially rotated in the forwards direction, e.g. via an electronically-commutated DC motor (1), with subsequent rotation in the reverse direction when the torque maximum in the forwards direction is not overcome. Pump is again rotated in the forwards direction upon reaching the maximum torque in the reverse rotation direction, with repetition of the run-up cycle until the pump starts to run in the forwards direction. An Independent claim for a single- or multi-cylinder membrane or piston vacuum pump is also included.

---

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide





①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 100 23 523 C 1

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 04 B 49/02**  
F 04 B 43/00

②① Aktenzeichen: 100 23 523.9-15  
②② Anmeldetag: 13. 5. 2000  
④③ Offenlegungstag: -  
④⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 13. 12. 2001

DE 100 23 523 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:  
Vacuubrand GmbH + Co KG, 97877 Wertheim, DE  
  
⑦④ Vertreter:  
Meyer-Roedern, G., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.,  
Pat.-Anw., 69115 Heidelberg

⑦② Erfinder:  
Dirscherl, Jürgen Fritz, Dr., 97907 Hasloch, DE;  
Lachenmann, Rudolf, Dr., 97877 Wertheim, DE;  
Schwarz, Rainer, 97877 Wertheim, DE  
  
⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
EP 5 69 347 A2

⑤④ Anlaufsteuerung für eine Membran- und/oder Kolbenvakuumpumpe

⑤⑦ Die Anlaufsteuerung startet die Pumpe aus dem Stillstand in Vorwärtsdrehrichtung. Bei Nichtüberwindung eines in Vorwärtsdrehrichtung auftretenden Drehmomentmaximums versetzt die Anlaufsteuerung die Pumpe in Rückwärtsdrehrichtung. Bei Erreichen eines in Rückwärtsdrehrichtung auftretenden Drehmomentmaximums, das normalerweise nicht überwunden wird, startet die Anlaufsteuerung die Pumpe neuerlich in Vorwärtsdrehrichtung. Die Erfindung betrifft die Anlaufsteuerung und eine ein- oder mehrzylindrige Membran- oder Kolbenvakuumpumpe oder kombinierte Membran-/Kolbenvakuumpumpe mit einer einschlägigen Anlaufsteuerung.

DE 100 23 523 C 1

[0001] Die Erfindung betrifft eine Anlaufsteuerung für eine Membran- und/oder Kolbenvakuumpumpe.

[0002] Aus der DE 198 16 241 C1 ist eine Membranpumpe bekannt. Diese weist eine dünne, elastische und als Verdränger dienende Membran auf, die in ihrem Umfang fest zwischen einem Pumpenkopf und einem Pumpengehäuse eingespannt ist. Der Verdichtungsraum dieser vorbekannten Membranpumpe wird durch den Pumpenkopf und die Membran begrenzt. Im Pumpenkopf ist ein Einlaß- sowie ein Auslaßventil vorgesehen. Das über das Einlaßventil eingesaugte Gas oder Gas/Dampfgemisch wird mittels der Membran im Verdichtungsraum komprimiert und über das Auslaßventil ausgestoßen. Anstelle einzelner Ventile können auch mehrere Einlaßventile bzw. mehrere Auslaßventile zum Einsatz kommen. Eine Kolbenpumpe arbeitet nach dem gleichen Prinzip mit dem Unterschied, daß die Abdichtung des Verdichtungsraumes nicht durch eine eingespannte Membran, sondern durch enge Spalte an der Kolbenführung erfolgt. Die oszillatorische Bewegung der Membran bzw. des Kolbens erfolgt üblicherweise durch eine von einem Elektromotor angetriebene Welle mit Hilfe einer Vorrichtung zur Umsetzung der Rotationsbewegung in eine lineare Bewegung, beispielsweise einem Exzenter.

[0003] Auf die Membran bzw. den Kolben wirkt eine Kraft infolge der Druckdifferenz zwischen Vorder- und Rückseite der Membran bzw. des Kolbens, da die Rückseite meist unter Atmosphärendruck gehalten wird, während auf die Vorderseite der Druck im Schöpfraum wirkt, also gegebenenfalls Unterdruck oder Vakuum. Wird eine derartige Membran- oder Kolbenvakuumpumpe mit Unterdruck in einem Verdichtungsraum abgestellt, so lastet der atmosphärische Druck auf der Rückseite des Kolbens oder der Membran. Beim Wiederanlauf aus dem Stillstand muß die Druckkraft von dem Anlaufdrehmoment des Elektromotors überwunden werden. Dazu bedarf es eines hohen Mindestanlaufdrehmoments, das für die Leistungsauslegung des Motors bestimmend ist. Es ist ein leistungsstarker Motor erforderlich, der konstruktiv entsprechend aufwendig ist, viel Platz braucht und im laufenden Betrieb einen hohen Energieverbrauch hat.

[0004] Das benötigte Anlaufdrehmoment einer Membran- oder Kolbenvakuumpumpe zeigt in Abhängigkeit von der Membran- bzw. Kolbenstellung ausgeprägte Maxima und Minima. Die Anzahl und Position der Maxima und Minima in Abhängigkeit von der Winkelposition der Antriebswelle hängt von der Anzahl und Anordnung der Kolben innerhalb der Membran- oder Kolbenpumpe ab. Die Maxima und Minima kommen dadurch zustande, daß an jedem Kolben – mit oder ohne Membran – unterschiedliche Kräfte durch den bestehenden Gasdruck innerhalb des jeweiligen Verdichtungsraums wirken. Die Höhe der Drehmomentmaxima beim Anlauf wird somit bestimmt durch die Gasdrücke in den einzelnen Verdichtungsräumen.

[0005] Bei einzylindrigen Membran- oder Kolbenvakuumpumpen tritt das höchste Anlaufdrehmoment bei Vakuum im Verdichtungsraum auf. Der Kolben wird durch den äußeren Luftdruck auf der Membran- bzw. Kolbenrückseite in Richtung oberer Totpunkt gedrückt. In diesem Fall muß der Motor zur Überwindung des oberen Totpunkts die maximale Kraft – und damit das maximale Drehmoment an der Antriebswelle – erbringen. Nach dem Überwinden des oberen Totpunkts gewinnt der Motor zusammen mit den gegebenenfalls vorhandenen Ausgleichsgewichten auf der Antriebswelle bis zum nächsten Drehmomentmaximum genügend Drehimpuls, um dieses zu überwinden, wodurch der weitere Hochlauf sichergestellt ist.

[0006] Bei zwei- oder mehrzylindrigen Anordnungen von Membran- oder Kolbenvakuumpumpen hängen die Höhe und Position der Drehmomentspitzen von der Winkelstellung der Kolben zueinander sowie der Gasbefüllung jedes einzelnen Zylinders ab, wobei die höchsten Anlaufdrehmomente bei großen Druckdifferenzen zwischen den Verdichtungsräumen der einzelnen Kolben auftreten.

[0007] Aus der EP 0 569 347 A2 ist ein Hybridantrieb für ein Kraftfahrzeug bekannt, bei dem eine Brennkraftmaschine und ein Elektromotor in bleibend drehfester Verbindung miteinander stehen. Der Elektromotor dient als Startmotor. Er schaltet beim Startvorgang von der der Betriebsdrehrichtung entgegengesetzten Drehrichtung auf die Betriebsdrehrichtung und bei Erreichen einer vorgegebenen Höchstgeschwindigkeit auf Generatorbetrieb um.

[0008] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Anlaufsteuerung für eine Membran- und/oder Kolbenvakuumpumpe zu schaffen, die das kritische Anlaufdrehmoment verringert, so daß man bei vorgegebener Baugröße der Pumpe mit einem kleineren Motor von geringerer Leistung auskommt und dadurch die Gestehungs- und laufenden Betriebskosten senkt.

[0009] Gelöst wird diese Aufgabe mit einer Anlaufsteuerung, die die Pumpe aus dem Stillstand in Vorwärtsdrehrichtung startet, bei Nichtüberwindung eines in Vorwärtsdrehrichtung auftretenden Drehmomentmaximums in Rückwärtsdrehrichtung versetzt und bei Erreichen eines in Rückwärtsdrehrichtung auftretenden Drehmomentmaximums, das normalerweise nicht überwunden wird, neuerlich in Vorwärtsdrehrichtung startet.

[0010] Mit Vorwärtsdrehrichtung und Rückwärtsdrehrichtung werden entgegengesetzte Drehrichtungen der Pumpenwelle bezeichnet. Die Vorwärtsdrehrichtung ist die Soll-drehrichtung für den laufenden Betrieb.

[0011] Die erfindungsgemäße Anlaufsteuerung bewirkt, daß der Motor nach einem erfolglosen Anlaufversuch der Pumpe für eine definierte kurze Zeitspanne in der entgegengesetzten Richtung betrieben wird, bevor ein erneuter Anlaufversuch in Vorwärtsdrehrichtung unternommen wird. Dieser Vorgang kann mehrfach wiederholt werden, bis ein erfolgreicher Anlauf zustande kommt.

[0012] Infolge der Wirkung dieser Anlaufsteuerung des Elektromotors zum Antrieb einer Membran- oder Kolbenvakuumpumpe kommt es zu einer Pendelbewegung der Pumpkolben zwischen zwei Drehmomentmaxima, da der Motor die Pumpe auch bei Rückwärtsbewegung nur bis zu dem nächsten rückwärtigen Drehmomentmaximum treiben kann und dort verharrt, bis die Anlaufsteuerung den Motor wieder in Vorwärtsdrehrichtung schaltet. Sollte der Anlaufversuch über das vorwärtige Drehmomentmaximum gelingen, läuft die Pumpe wunschgemäß hoch. Sollte der Anlauf nicht gelingen, schaltet die Anlaufsteuerung den Motor wiederum auf Rückwärtslauf, wodurch die Pumpe zum rückwärtigen Drehmomentmaximum zurückpendelt. Dies führt zu zwei vorteilhaften Effekten:

1. Bei jedem Anlaufversuch des Motors in Vorwärtsdrehrichtung startet der Motor aus der optimalen Position, da der Motor in Folge des Rückwärtslaufes bis zu dem letzten Drehmomentmaximum zurückgefahren war und bei dem folgenden Vorwärtslauf den maximalen Drehimpuls aufnehmen kann. Dieses "Schwungholen" erleichtert die Überwindung des vorwärtigen Drehmomentmaximums und somit den vollständigen Anlauf entscheidend. Darüberhinaus ist bei Wechselstrommotoren das Drehmoment bei hoher Winkelgeschwindigkeit höher.

2. Im Fall von zwei- oder mehrzylindrigen Membran- oder Kolbenpumpen wird durch die von der Pendelbe-

wegung verursachte Pumpwirkung ein Druckausgleich zwischen den Verdichtungsräumen der einzelnen Zylinder herbeigeführt. Dadurch wird über eine mehrfach Pendelbewegung der im ungünstigsten Fall additive Effekt der Kräfte infolge der Gasdrücke in den einzelnen Zylindern auf die Höhe des Drehmomentmaximums reduziert bis zu dem Punkt, an dem der Motor das Maximum überwinden kann und der Anlauf der Pumpe gelingt.

[0013] In Untersuchungen mit geeigneten elektronischen Schaltungen wurde eine überraschend hohe Reduzierung des erforderlichen Anlaufdrehmoments, insbesondere bei zwei- und mehrzylindrigen Membran- und Kolbenpumpen in Folge des Effektes 2, festgestellt.

[0014] Als Folge der erfindungsgemäßen Anlaufsteuerung benötigt der zum Antrieb der Pumpe verwendete Elektromotor ein verringertes Mindestanlaufdrehmoment, um die unter Unterdruck stehende Pumpe aus dem Stillstand in Gang zu setzen. Das ermöglicht die Verwendung eines leistungsschwächeren und daher kostengünstigen Elektromotors mit verringertem Energieverbrauch und kleineren Abmessungen zum Antrieb einer gegebenen Pumpeinheit.

[0015] Bei einer bevorzugten Ausführungsform hält die Anlaufsteuerung die Pumpe an, wenn das in Rückwärtsdrehrichtung auftretende Drehmomentmaximum überwunden wird, und sie startet die Pumpe neuerlich in Vorwärtsdrehrichtung. Da die Gasstromrichtung von Membran- und Kolbenpumpen unabhängig von der Motordrehrichtung ist, kann es zu keinerlei rückwärtsgerichtetem Pumpen aus dem Hochdruck- in den Niederdruckbereich kommen. Nach der Überwindung des vorwärtigen Drehmomentmaximums läuft der Motor mit steigender Drehzahl hoch bis in den Normalbetrieb.

[0016] Zum Antrieb einer Membran- oder Kolbenvakuumpumpe werden derzeit üblicherweise Einphasen-Wechselstrom-Elektromotoren benutzt. Gleichstrommotoren weisen gegenüber Wechselstrommotoren mehrere Vorteile auf. Diese sind ein hoher Wirkungsgrad, eine kleine Baugröße sowie ein günstiger Drehmomentverlauf über der Drehzahl, da das Drehmoment an der Welle eines Gleichstrommotors bei niedrigen Drehzahlen höher ist als bei hohen Drehzahlen. Dies bedeutet, daß das kritische Anlaufen der Pumpe aus dem Stillstand begünstigt wird. In der Praxis wird die Größe und Leistung des Gleichstrommotors durch das benötigte Drehmoment der Pumpe für das Anlaufen aus dem Stillstand bestimmt. Um die Baugröße der Membran- oder Kolbenvakuumpumpe mit angebautem Wechselstrom- oder Gleichstrommotor und die Leistungsauslegung des Motors sowie die mit dem Motor verbundenen Kosten möglichst gering zu halten, sucht man das kritische Anlaufdrehmoment der Membran- oder Kolbenvakuumpumpe mit der erfindungsgemäßen Anlaufsteuerung zu verringern.

[0017] Die Realisierung der Anlaufsteuerung hängt von der Motorbauart ab. Bei einem Wechselstrommotor ist ein Drehgeber erforderlich, der die momentane Winkelstellung des Motors an eine Betriebselektronik meldet. Diese steuert in geeigneter Weise die Spulen des als Drehstrommotor beschalteten Motors. Bei elektronisch kommutierten Gleichstrommotoren kann die erfindungsgemäße Anlaufsteuerung überraschend einfach mit der Betriebselektronik kombiniert werden. Diese Anordnung erfordert keinen zusätzlichen Drehgeber, da dieser für den Motorbetrieb ohnedies erforderlich ist. Die Anlaufsteuerung wird durch eine elektronische Schaltung und/oder die Programmierung eines Mikroprozessors innerhalb der Betriebselektronik des Gleichstrommotors realisiert.

[0018] Bei einer bevorzugten Ausführungsform verfügt

die Pumpe über einen Drehgeber, der der Anlaufsteuerung die Drehrichtung und die Drehzahl der Pumpe anzeigt. Bei Antrieb der Pumpe durch einen kollektorlosen Gleichstrommotor mit einem Drehgeber für die Kommutierung wird vorzugsweise eben dieser Drehgeber für die Anlaufsteuerung verwendet.

[0019] Bei einer bevorzugten Ausführungsform erfaßt die Anlaufsteuerung, ob die Drehzahl der Pumpe zwischen vorgegebenen Drehzahlgrenzwerten liegt. Dadurch werden Pumpenstillstand und Anlaufbetrieb identifiziert.

[0020] Die Anlaufsteuerung ist vorzugsweise Teil der Betriebselektronik der Pumpe. Sie kann durch Programmierung eines zu der Betriebselektronik gehörigen Mikroprozessors realisiert sein.

[0021] Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist die Solldrehzahl der Pumpe einstellbar.

[0022] Bei einer bevorzugten Ausführungsform verfügt die Pumpe über einen Temperaturfühler, dessen Signal der Betriebselektronik überstellt wird. Die Betriebselektronik steuert die Pumpe so, daß die Temperatur des Motors und der Betriebselektronik eine vorgegebene Grenztemperatur nicht übersteigt.

[0023] Bei einer bevorzugten Ausführungsform begrenzt die Betriebselektronik speziell im Anlaufbetrieb die Drehzahl der Pumpe.

[0024] Nicht zuletzt betrifft die Erfindung eine ein- oder mehrzylindrige Membran- oder Kolbenvakuumpumpe oder kombinierte Membran-/Kolbenvakuumpumpe mit einer Anlaufsteuerung der genannten Art.

[0025] Die Erfindung wird im folgenden anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

[0026] Fig. 1 einen Schnitt durch eine zweizylindrige Membranvakuumpumpe; und

[0027] Fig. 2 das Blockschaltbild einer Steuerung der Pumpe.

[0028] Die zweizylindrige Membranvakuumpumpe gemäß Fig. 1 hat als Antrieb einen elektronisch kommutierten Gleichstrommotor 1, der über eine Antriebswelle 2, den Exzenter 3 und Pleuel 4 die zwei Pumpzylinder 5A und 5B antreibt. Jeder Pumpzylinder besteht aus einer Membran 7, einem Verdichtungsraumdeckel 8 sowie der Spannscheibe 9, wodurch ein Verdichtungsraumvolumen 6 definiert wird. Zylinder 5B ist am unteren Totpunkt des Exzenters 3 und damit bei maximalem Verdichtungsraumvolumen dargestellt, während sich Zylinder 5A am oberen Totpunkt und damit bei minimalem Verdichtungsraumvolumen 6 befindet. Die somit implementierte gegenläufige Anordnung der Zylinder wird bevorzugt verwendet, um den Motor im Nennbetrieb nicht mit der gleichzeitig aufzubringenden Kompressionsarbeit für zwei Zylinder zu belasten.

[0029] Ein- und Auslaßventile an den Zylindern sind zur besseren Übersichtlichkeit nicht eingezeichnet. Die spezielle Ausformung der Ventile wie auch deren Betätigung, welche durch die anliegende Druckdifferenz selbst oder durch externe Signale gesteuert sein kann, ist für die erfindungsgemäße Elektromotoransteuerung unerheblich. Auch ist die Erfindung nicht auf zweizylindrige Membran- oder Kolbenpumpen beschränkt.

[0030] Das Gesamtsystem aus Vakuumpumpeinheit 10, Gleichstrommotor 1, Betriebselektronik 11 (mit Versorgungsspannung U) und Anlaufelektronik 12 ist in Fig. 2 schematisch dargestellt. Am Stator des Gleichstrommotors – fest mit dem Pumpenkörper verbunden – ist ein Winkelpositionsdetektor 13 befestigt. Dieser kann in Form von Magnetfeldsensoren, beispielsweise unter Ausnutzung des Hall-Effektes, realisiert sein. Die Signale des Winkelpositionsdetektors werden über Signalleitungen 14 zur Betriebs-

elektronik 11 geführt. Diese berechnet aus den Signalen phasenrichtig zeitabhängige Spannungen für die Magnetfeldspulen des Gleichstrommotors, die über Leitungen 15 zu den Spulen geführt werden.

[0031] Je nach Phasenlage der Spannungen ist die Motordrehrichtung "Vorwärts" oder "Rückwärts". Bei elektronisch ausgeführten Betriebselektroniken kann die Drehrichtung über einen Steuereingang bestimmt werden. Solche elektronisch kommutierten Gleichstrommotoren sind wohl bekannt und weisen gegenüber herkömmlichen Gleichstrommotoren den entscheidenden Vorteil auf, keine verschleißintensiven Bürsten, Schleifkontakte oder ähnliche mechanische Vorrichtungen zur Stromübertragung auf eine laufende Welle zu benötigen.

[0032] Die erfindungsgemäße Erweiterung dieser Anordnung beinhaltet die Anlaufelektronik 12. Diese steht über Signalleitungen 16 und 17 mit der Betriebselektronik 11 in Verbindung. Die Anlaufelektronik 12 und damit die Signalleitungen 16 und 17 können auch programmtechnisch innerhalb eines Mikroprozessors der Betriebselektronik 11 realisiert sein.

[0033] Bei Normalbetrieb, also bei laufendem Motor, gibt der Winkelpositionsdetektor 13 Signale an die Betriebselektronik 11, die daraus die Steuerspannungen für die Motorspulen berechnet und zugleich über Leitung 16 an die Anlaufelektronik 12 meldet, daß der Motor normal arbeitet. Die Anlaufelektronik 12 gibt über Leitung 17 den Befehl an die Betriebselektronik 11, den normalen Vorwärtslauf fortzusetzen. Die Anlaufelektronik 12 ist somit ohne Einfluß auf den Normalbetrieb.

[0034] Der Motor wird genau dann als normal arbeitend eingestuft, wenn die aus den Signalen vom Winkelpositionsdetektor bestimmte Drehfrequenz innerhalb eines vorgegebenen Intervalls mit unterer sowie oberer Grenzfrequenz liegt. Die untere Grenze des Frequenzintervalls ist typischerweise  $0,1 \text{ bis } 3 \text{ s}^{-1}$ . Unterhalb dieser Werte liegt offenkundig Stillstand vor. Die obere Grenze ist durch die anwendungstypische Maximaldrehfrequenz des Systems Motor mit Pumpe vorzugeben und beträgt typischerweise 50 bis  $200 \text{ s}^{-1}$ . Meldet der Winkelpositionsdetektor eine höhere Frequenz, so wird dies erfahrungsgemäß durch ein vergebliches hochfrequentes Anlaufen des Motors gegen ein Drehmomentmaximum verursacht, zeigt also ebenfalls Stillstand der Pumpe an. Diese hochfrequente Schwingbewegung des Motors beim vergeblichen Anlauf gegen ein Drehmomentmaximum tritt vor allem bei Motoren mit kleinem Trägheitsmoment auf.

[0035] Sollte bei eingeschaltetem Motor der Winkelpositionsdetektor 13 über die Leitung 14, die Betriebselektronik 11 und Leitung 16 an die Anlaufelektronik 12 den Stillstand des Motors melden – Drehfrequenz außerhalb des zulässigen Intervalls –, wie das bei jedem Einschalten der Pumpe der Fall ist, so wird die oben beschriebene erfindungsgemäße Anlaufsteuerung wirksam. Die Anlaufelektronik 12 befiehlt der Betriebselektronik 11 den Rückwärtslauf, wodurch der Motor zurückläuft bis zu dem nächsten rückwärtigen Drehmomentmaximum. Wird der rückwärtige Stillstand erreicht oder nach einer definierten Zeitspanne, befiehlt die Anlaufelektronik Vorwärtslauf. Der Motor läuft mit Schwung vorwärts (Effekt 1, s. o.) und versucht das Drehmomentmaximum zu überwinden. Bei erneutem Stillstand wiederholt sich der Vorgang, die Pumpe pendelt zwischen den oberen Totpunkten der Zylinder 5A und 5B hin und her. Dadurch kommt es zwischen den Zylindern zu einer Pumpwirkung, die erfindungsgemäß die Druckdifferenz zwischen den Zylindern abbaut und somit die Druckkräfte auf die Zylinder verringert (Effekt 2, s. o.), bis zu dem Punkt, an dem die Pumpe in Vorwärtsrichtung anlauft.

[0036] Sollte der Motor bei einer der rückwärts gerichteten Drehbewegungen das Drehmomentmaximum überwinden, so wird die Pumpe kurz rückwärts laufen, bis die Anlaufelektronik wieder Vorwärtslauf befiehlt.

[0037] Bei Verwendung einer einzylindrigen Membran- oder Kolbenvakuumpumpe kann es zu keiner Druckausgleichswirkung zwischen Zylindern kommen und nur der oben beschriebene Effekt 1 des "Schwungholens" des Motors ist wirksam.

[0038] Die erfindungsgemäße Anlaufelektronik reduziert das benötigte maximale Drehmoment um bis zu 50% bei mehrzylindrigen und 25% bei einzylindrigen Membran- oder Kolbenpumpen und gestattet so, erheblich kleinere und kostengünstigere Elektromotoren mit verringertem Leistungsbedarf zu verwenden.

[0039] Die Betriebselektronik ist bevorzugt mit einer mikroprozessorunterstützten Steuerung ausgestattet. Dies gestattet, das Hochlaufen der Pumpe auf die Nenndrehzahl zu steuern bzw. diese Nenndrehzahl mittels elektronischer Signale durch den Anwender einzustellen und dadurch die Leistungsaufnahme und die Motorerwärmung zu begrenzen. Die Begrenzung der Motorerwärmung auf Temperaturwerte innerhalb vorgegebener Grenzen kann auch mit Hilfe eines Temperatursensors und einer programmgestützten Auswertung im Mikroprozessor innerhalb der Betriebselektronik erfolgen. Dadurch wird ein hohes Maß an Betriebssicherheit auch im Fehlerfall unzureichender Kühlung gewährleistet. Gleichzeitig ist es möglich, den Leistungsbedarf aus einer Stromversorgungseinheit trotz der betriebsbedingt hohen Kompressionsarbeit darart zu begrenzen, daß ein kostengünstiges und kompaktes Stromversorgungsnetzteil verwendet werden kann.

[0040] Bei Verwendung einer mikroprozessorunterstützten Betriebselektronik kann sich der zusätzliche Aufwand für die Anlaufelektronik auf die Implementierung einer entsprechenden Programmkomponente in der Mikroprozessorspeichereinheit reduzieren. Damit ist keine schaltungstechnische Realisierung der Anlaufelektronik in Form einer eigenen Leiterplatte oder eines Leiterplattenabschnittes erforderlich, und es entstehen keine nennenswerten zusätzlichen Kosten.

[0041] Der Einsatz der erfindungsgemäßen Anlaufelektronik im Antrieb einer Membran- oder Kolbenvakuumpumpe kann zweifelsfrei anhand folgender Methode festgestellt werden. Gehäuseteile an der Membran- oder Kolbenvakuumpumpe oder am Motor werden demontiert, um freien Blick auf drehende Teile des Motors der Pumpe zu gewähren, ohne die Funktion der Vakuumpumpe zu beeinträchtigen. Die Pumpe wird in kaltem Zustand einige Minuten betrieben, bis in den Schöpfräumen Vakuum vorliegt. Dann wird die Pumpe abgeschaltet. Nach typischerweise 10 min Wartezeit wird die Pumpe wieder gestartet. Wird bei dem Anlaufversuch eine kurzzeitige Pendelbewegung des Motors in Form abwechselnden Vor- und Rücklaufs festgestellt, so kann dies nur durch Einsatz der erfindungsgemäßen Anlaufelektronik erzielt worden sein.

#### Patentansprüche

1. Anlaufsteuerung für eine Membran- und/oder Kolbenvakuumpumpe, die die Pumpe aus dem Stillstand in Vorwärtsdrehrichtung startet, bei Nichtüberwindung eines in Vorwärtsdrehrichtung auftretenden Drehmomentmaximums in Rückwärtsdrehrichtung versetzt und bei Erreichen eines in Rückwärtsdrehrichtung auftretenden Drehmomentmaximums, das normalerweise nicht überwunden wird, neuerlich in Vorwärtsdrehrichtung startet.

2. Anlaufsteuerung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sie den Startvorgang mehrfach wiederholt, bis die Pumpe in Vorwärtsdrehrichtung läuft.
3. Anlaufsteuerung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß sie die Pumpe anhält, wenn das in Rückwärtsdrehrichtung auftretende Drehmomentmaximum überwunden wird, und die Pumpe neuerlich in Vorwärtsdrehrichtung startet. 5
4. Anlaufsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Pumpe über einen Drehgeber verfügt, der der Anlaufsteuerung die Drehrichtung und die Drehzahl der Pumpe anzeigt. 10
5. Anlaufsteuerung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Pumpe durch einen kollektorlosen Gleichstrommotor (1) mit einem Drehgeber für die Kommutierung angetrieben ist, und daß eben dieser Drehgeber für die Anlaufsteuerung verwendet wird. 15
6. Anlaufsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß sie erfaßt, ob die Drehzahl der Pumpe zwischen vorgegebenen Drehzahlgrenzwerten liegt. 20
7. Anlaufsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß sie Teil einer Betriebselektronik (11) der Pumpe ist.
8. Anlaufsteuerung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß sie durch Programmierung eines zu der Betriebselektronik (11) gehörigen Mikroprozessors realisiert ist. 25
9. Anlaufsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Solldrehzahl der Pumpe einstellbar ist. 30
10. Anlaufsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Pumpe über einen Temperaturfühler verfügt, dessen Signal der Betriebselektronik (11) überstellt wird, und daß die Betriebselektronik (11) die Pumpe so steuert, daß die Temperatur des Motors und der Betriebselektronik (11) eine vorgegebene Grenztemperatur nicht übersteigt. 35
11. Anlaufsteuerung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Betriebselektronik (11) speziell im Anlaufbetrieb die Drehzahl der Pumpe begrenzt. 40
12. Ein- oder mehrzylindrige Membran- oder Kolben-  
vakuumpumpe oder kombinierte Membran-/Kolben-  
vakuumpumpe, gekennzeichnet durch eine Anlaufsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 11. 45

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

50

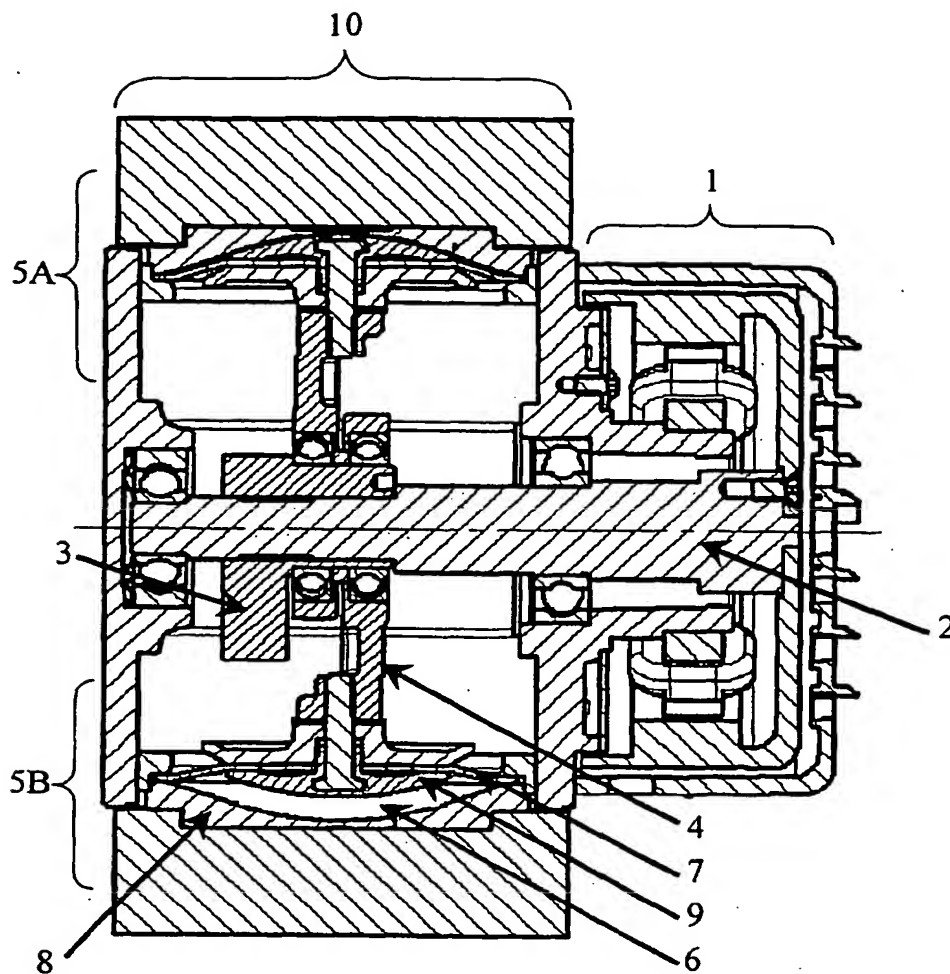
55

60

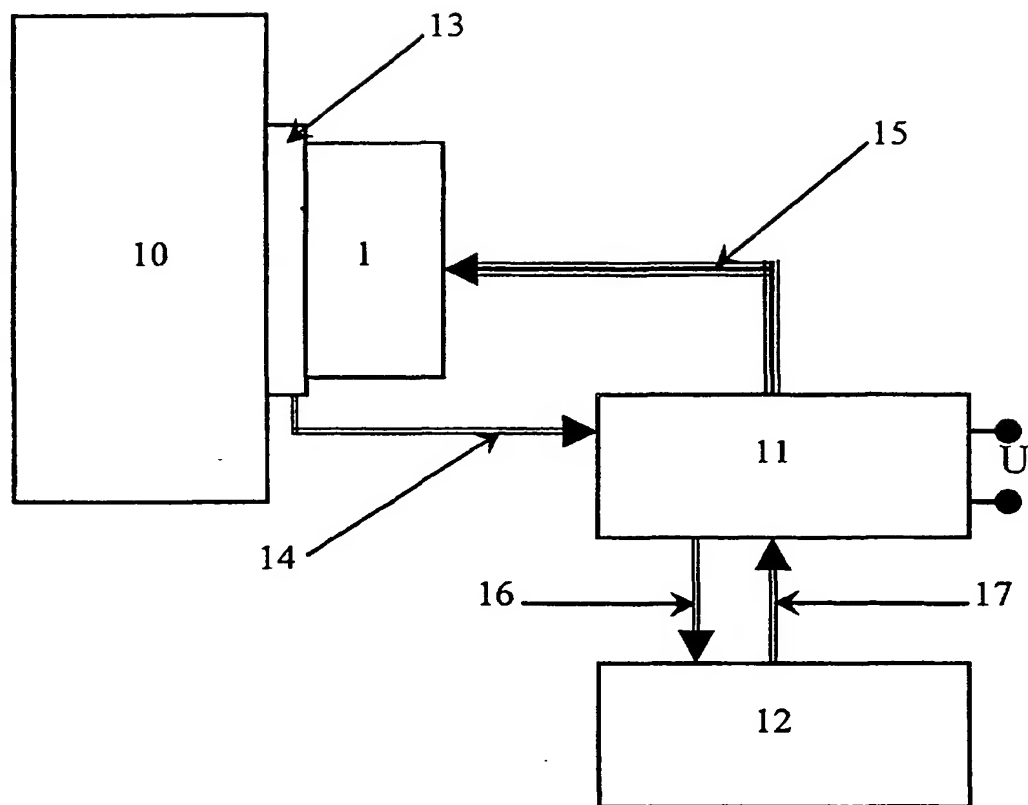
65

- Leerseite -





Figur 1



Figur 2